

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**HELTON BIANCASTELI ROSA**

**OTIMIZAÇÃO DE UMA MÁQUINA PARA PRÉ-LIMPEZA DE CAFÉ EM  
GRÃOS RECOLHIDO DO CHÃO PELO PROCESSO DE VARRIÇÃO**

**VARGINHA/MG**  
**2019**

**HELTON BIANCASTELI ROSA**

**OTIMIZAÇÃO DE UMA MÁQUINA PARA PRÉ-LIMPEZA DE CAFÉ EM  
GRÃOS RECOLHIDO DO CHÃO PELO PROCESSO DE VARRIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas- UNIS como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação do Professor MSc. João Mario Mendes de Freitas.

**VARGINHA/MG  
2019**

**HELTON BIANCASTELI ROSA**

**OTIMIZAÇÃO DE UMA MÁQUINA PARA PRÉ-LIMPEZA DE CAFÉ EM  
GRÃOS RECOLHIDO DO CHÃO PELO PROCESSO DE VARRIÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas-UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

---

Nome do professor

---

Nome do professor

---

Nome do professor

OBS:

Dedico este trabalho a todos aqueles que  
contribuíram para sua realização.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus colegas, professores e a minha família por terem ajudado na construção deste trabalho.

“Não aceitar nada como verdadeiro sem saber evidentemente que o é.”

Descartes

## RESUMO

O beneficiamento do café envolve várias máquinas e equipamentos, tendo em vista que esse produto é produzido em grande escala no Brasil, concentrando-se em maior quantidade nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Logo após sua produção é importante que o café seja bem armazenado para comercialização, faz-se necessário também realizar um beneficiamento do produto e nesse processo pode ocorrer perdas que caem no chão e o acúmulo em cantos de máquinas, consequentemente é necessário recolher este café realizando uma operação de varrição no local, então são recolhidos junto com café impurezas e poeira proveniente do chão e do próprio produto. Essa etapa pode ser chamada de pré- limpeza, a qual é de suma importância para que o conjunto de máquinas esteja em pleno funcionamento, evitando assim retrabalho no beneficiamento. Manter o local de trabalho dos operadores da área mais limpo e salubre, garante a qualidade do café. Diante do exposto, surge o seguinte questionamento: Como garantir a higienização do café de varrição que posteriormente será beneficiado, utilizando uma máquina de pré-limpeza? Para responder a esse questionamento, será apresentado um estudo de campo, sobre uma máquina destinada a realizar a pré-limpeza dos grãos de café recolhidos do chão. Esse estudo possui como objetivo apresentar uma máquina para pré-limpeza de café de varrição, utilizada para otimizar o processo de limpeza dos locais e também para facilitar o seu beneficiamento. A referida máquina está localizada em uma Cooperativa de Cafeicultores situada na cidade de Varginha, Minas Gerais.

**Palavras-chave:** Café. Limpeza. Mecanização. Estudo de Caso.

## **ABSTRACT**

*Coffee processing involves several machines and equipment, considering that this product is produced on a large scale in Brazil, and is concentrated in larger quantities in the states of Minas Gerais and Espírito Santo. Soon after its production it is important that the coffee is well stored for commercialization, it is also necessary to perform a processing of the product and in this process can occur losses that fall to the ground and the accumulation in machine corners, therefore it is necessary to collect this coffee making An on-site sweeping operation is then collected along with coffee impurities and dust from the floor and the product itself. This step can be called pre-cleaning, which is of paramount importance for the set of machines to be fully operational, thus avoiding reworking the beneficiation. Maintaining the workplace of the cleanest and healthiest operators ensures the quality of the coffee. Given the above, the following question arises: How to ensure the cleaning of sweeping coffee that will later benefit from using a pre-cleaning machine? To answer this question, a field study will be presented on a machine designed to pre-clean the coffee beans collected from the ground. This study aims to present a machine for pre-cleaning sweeping coffee, used to optimize the cleaning process of the places and also to facilitate their processing. This machine is located in a Coffee Growers Cooperative located in the city of Varginha, Minas Gerais.*

**Keywords:** *Coffee. Cleaning. Mechanization. Case study.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Derricha manual sobre o pano .....	19
Figura 02 – Colheita do café mecanizada .....	21
Figura 03 – Derrichadeira lateral .....	22
Figura 04 – Colheita com derricha portátil .....	23
Figura 05 – Aspecto do café recém-colhido, observar a proporção de impurezas e a presença comum de ramos do cafeeiro colhido .....	24
Figura 06 – Abano manual do café .....	26
Figura 07 – Café no chão sendo recolhido pelo processo de varrição .....	34
Figura 08 – Vista da parte lateral da pré-limpeza .....	35
Figura 09 – Resíduos existentes no café separado pela pré-limpeza .....	36
Figura 10 – Café limpo saindo pela bica da pré – limpeza .....	37
Figura 11 - Pó existente no café saindo pela bica de resíduo .....	38
Figura 12 – Vista da parte traseira da pré-limpeza .....	39
Figura 13 – Parte da máquina denominado eixo excêntrico .....	40
Figura 14 – Café recolhido pelo processo de varrição sendo passado na pré-limpeza ..	41
Figura 15 – Vista da parte frontal da pré-limpeza .....	42
Figura 16 – Café no chão da área externa a ser recolhido pelo processo de varrição ...	47
Figura 17 – Bica de resíduo com suporte para ensacar a poeira .....	47
Figura 18 – Saída de café limpo da pré-limpeza .....	48
Figura 19 – Café limpo proveniente da pré – limpeza .....	48
Figura 20 – Café sujo recolhido pelo processo de varrição .....	49
Figura 21 – Poeira proveniente do café separada pela pré-limpeza .....	49

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CECAFE – Conselho dos Exportadores de Café do Brasil

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

EPI – Equipamento de Proteção Individual

PVA - Pretos, verdes e ardidos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 A CAFEICULTURA BRASILEIRA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Cafeicultura no Sul de Minas Gerais .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Produção do café – do plantio à pós colheita .....</b>	<b>16</b>
<b>3 LOGÍSTICA .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Transporte .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Armazenagem .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Beneficiamento .....</b>	<b>31</b>
<b>4 ESTUDO DE CASO: MECANIZAÇÃO DO PROCESSO DE ABANAMENTO DO CAFÉ DE VARRIÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O beneficiamento do café envolve várias máquinas e equipamentos, tendo em vista que esse produto é produzido em grande escala no Brasil, concentrando-se em maior quantidade nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Logo após sua produção é importante que o café seja bem armazenado para comercialização, faz-se necessário também realizar um beneficiamento do produto e nesse processo pode ocorrer perdas que caem no chão e o acúmulo em cantos de máquinas, conseqüentemente é necessário recolher este café realizando uma operação de varrição no local, então são recolhidos junto com café impurezas e poeira proveniente do chão e do próprio produto. Essa etapa pode ser chamada de pré- limpeza, a qual é de suma importância para que o conjunto de máquinas esteja em pleno funcionamento, evitando assim retrabalho no beneficiamento. Manter o local de trabalho dos operadores da área mais limpo e salubre, garante a qualidade do café.

Diante do exposto, surge o seguinte questionamento: Como garantir a higienização do café de varrição que posteriormente será beneficiado, utilizando uma máquina de pré-limpeza?

Para responder a esse questionamento, será apresentado um estudo de campo, sobre uma máquina destinada a realizar a pré-limpeza dos grãos de café recolhidos do chão. A utilização de uma máquina de pré-limpeza, permite que o trabalho de limpeza realizado manualmente através de peneiramento seja substituído por um processo mecanizado que consiste na separação do café através de um conjunto de peneiras que trabalham em jogo, no qual a primeira consiste em furos onde o café e a poeira passam facilmente mas retém as impurezas maiores que saem na primeira bica. Posteriormente o café desce pela segunda peneira onde seus furos permitem somente a passagem da poeira e resíduos menores que o grão de café, saindo assim na segunda bica o café praticamente limpo. No terceiro estágio que é o fundo da máquina, que é constituído de uma chapa lisa sem furos que desce somente a poeira e as impurezas menores, sendo separadas em outra bica e ensacadas posteriormente.

Esse estudo possui como objetivo geral, apresentar uma máquina para pré-limpeza de café de varrição, utilizada para otimizar o processo de limpeza dos locais e também para facilitar o seu beneficiamento.

A referida máquina está localizada em uma Cooperativa de Cafeicultores situada na cidade de Varginha, Minas Gerais.

O presente trabalho possui como objetivos específicos, apresentar o estudo de uma máquina para pré-limpeza de café de varrição, avaliando seu funcionamento e projeto estrutural; estudar sobre normas de segurança envolvidas para proteção em partes móveis de máquinas; reduzir o índice de pó e impurezas existentes no café de varrição contribuindo para um funcionamento adequado das máquinas envolvidas no beneficiamento; melhorar o ambiente de trabalho dos operadores tornando-o mais salubre e limpo.

Considerando o processamento do café, bem como as operações de transporte de carga e descarga, causada pela movimentação realizada, seja ela em sacaria, *big bag*, a granel, e transporte por maquinários, ocorre um desperdício de café que fica sobre o chão ou em lugares como os cantos de máquinas e elevadores. O café produz uma poeira bastante densa e que juntamente com outras impurezas que estão no local são recolhidos pelo processo de varrição e armazenados separadamente, pois o produto em contato com vários tipos de cafés fica contaminado, influenciando diretamente na sua qualidade e bebida. Esse fato justifica a importância do presente trabalho.

Dessa forma é necessário realizar a pré-limpeza desse café antes que ele seja beneficiado, pois as impurezas existentes e o alto índice de poeira acumulada podem prejudicar e dificultar o rebenefício deste produto, influenciando diretamente no funcionamento adequado do conjunto dos maquinários, sendo eles: elevadores, catador de pedras, mesas dessimétricas, classificador de peneiras, e selecionadora eletrônica. Afim de solucionar este problema será apresentada uma máquina cuja função é realizar uma pré-limpeza do café de forma simples e mecanizada.

Para elaboração deste trabalho será necessário uma pesquisa bibliográfica para levantamento dos princípios de funcionamento de uma pré-limpeza, estudo sobre as normas de segurança e qualidade envolvidas no processo, levantamento de dados para definição da capacidade de limpeza e eficiência da máquina com relação as demais existentes no mercado, apresentando a viabilidade da pré-limpeza diante dos resultados coletados. Além de uma pesquisa de campo, capaz de identificar o funcionamento de uma máquina de pré-limpeza de café de varrição.

## 2 A CAFEICULTURA BRASILEIRA

### 2.1 Cafeicultura no Sul de Minas Gerais

A cafeicultura faz parte da história territorial e socioeconômica do Brasil, já que os primeiros pés de café foram plantados no século XVI. Mas é a partir do século XIX que o café tornou-se o principal produto do cenário agro-mercantil, além de impulsionar a industrialização brasileira no início do século XX (VALE, 2014, p. 2).

Em termos de participação no mercado mundial, a década de 1960 marcou uma fase importante em que o Brasil foi responsável por mais de 40% das exportações mundiais de café. Com isso, o café foi se tornando uma das principais *commodities* do país (VALE, 2014, p. 2).

Entretanto, essa participação reduz-se a 20% na primeira metade da década de 1990, vindo a se recuperar parcialmente somente no final desse decênio, com a desvalorização ao real em relação ao dólar. Da mesma forma, a produção de café em grão no país também decresceu nos últimos 30 anos, sobretudo, por conta de uma política do governo federal de erradicação de pés e controle de estoques. A produção de café no país “passou a ser definida por produtores ou por grupos de produtores” (VALE, 2014).

O café é produzido em mais de 15 estados no Brasil, cultivado por cerca de 287 mil produtores. A partir da década de 70 a cafeicultura passou a sofrer algumas transformações, principalmente a abertura de novas áreas, em virtude de fatores climáticos e incentivos públicos (NOGUEIRA, 2015).

Dessa forma, houve um deslocamento parcial do centro produtor São Paulo, Espírito Santo, Paraná e principalmente Minas Gerais e ocorreu o surgimento em novos estados como Bahia e Rondônia. Nesse contexto, o oeste da Bahia e o Cerrado mineiro passam a representar as novas fronteiras da cafeicultura brasileira (NOGUEIRA, 2015).

Em 2013, o Brasil é o maior produtor mundial de café (35% da produção mundial), sendo que, em segundo lugar, vem a Colômbia e, em terceiro o Vietnã. Com produções em menor escala estão Indonésia, Índia, México e Guatemala (VALE, 2014, p. 2).

A cafeicultura é uma atividade que apresenta grande importância social e econômica para as regiões da Zona da Mata e Sul do estado de Minas Gerais (SILVA, 2015). Hoje, dentre os estados produtores de café no Brasil, Minas Gerais é o maior

produtor, detendo mais de 50% da produção. Na sequência aparecem Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Paraná. Juntos, esses cinco estados são responsáveis por 95% da produção brasileira de café (NOGUEIRA, 2015).

De acordo com os dados obtidos pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, no seu 4º Levantamento de Safra, a produção de café para a safra de 2018 foi de 61,7 milhões de sacas beneficiadas, um crescimento de 37% em relação ao ano anterior. Esta é a maior colheita registrada na série histórica do grão, superando em cerca de 10 milhões de sacas o melhor desempenho registrado em 2016 (CONAB, 2018).

No mesmo levantamento, foi observado que o estado de Minas Gerais registrou uma colheita de 32,97 milhões de sacas de arábica e 390,3 mil sacas de conilon. Destaca-se a região do cerrado mineiro que apresentou uma produção 95% superior ao ano anterior, devido ao aumento de área e produtividade, bem como o norte de Minas, que mesmo com queda na área de plantio, a colheita é 22,7% superior à de 2017 (CONAB, 2018).

Segundo Nogueira (2015) a cadeia do café sempre mostrou sua importância econômica para o Brasil, seja por meio da movimentação econômica no mercado interno, seja por meio das divisas trazidas ao país pela exportação de seus produtos.

Segundo dados fornecidos pelo Cecafé (2018), o Brasil exportou 35,2 milhões de sacas de 60 kg de café em 2018, terceiro melhor resultado da série histórica (atrás de 2015, melhor desempenho, e 2014), segundo relatório do Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (Cecafé), um aumento de 13,9% ante 2017 (CECAFÉ, 2018).

Como pode ser observado, hoje a cafeicultura brasileira tem grande contribuição no desenvolvimento social do país, visto que é cultivado em grande parte em áreas pequenas, utilizando agricultura familiar e agregando um grande contingente de mão de obra, muito utilizado nos plantios, colheita e pós-colheita da cultura.

O que se pode concluir é que a cafeicultura é uma grande geradora de riqueza, uma riqueza distribuída ao longo de toda a cadeia, desde os mais de R\$ 17 bilhões recebidos pelos cerca de 300 mil produtores aos mais de US\$ 5 bilhões das exportações e aos diversos impostos recolhidos durante toda a cadeia. Todo esse valor contribui significativamente para o desenvolvimento do país (NOGUEIRA, 2015).

O estado de Minas Gerais possui três grandes regiões produtoras: Sul e Centro-oeste, Cerrado e Zona da Mata. Cada uma dessas regiões do estado possui características distintas, inclusive sensoriais, da bebida. Em 2013 a produção do estado

representou 56% da produção nacional, com produtividade média de 25,6 sacas por hectare na região Sul do estado e 30,8 sacas por hectare na região do Cerrado mineiro (CONAB, 2013). No estado é predominante o cultivo de café arábica (99% da produção). Na cafeicultura de Minas Gerais existe um forte espírito de associativismo e cooperativismo. As cooperativas e associações têm grande influência na produção e comercialização no estado, principalmente entre os pequenos agricultores. O estado é um grande investidor na qualidade da bebida (NOGUEIRA, 2015).

## **2.2 Produção do café – do plantio à pós-colheita**

Nesse ponto do trabalho, será apresentada as etapas pelas quais o café passa, desde o plantio até a pós-colheita.

Inicialmente, a formação do café começa com o vingamento da flor até a completa maturação, o fruto de café passa por diversas fases, cada uma delas de importância decisiva na obtenção de cerejas sadias e graúdas.

No princípio, os frutos chumbinhos, permanecem no estágio de dormência durante aproximadamente seis semanas (MESQUITA, 2016, p. 6).

Em seguida, inicia-se o período de crescimento e expansão do fruto, até atingir seu tamanho final, etapa que é caracterizada pelo endurecimento do endocarpo (pergaminho). O déficit hídrico, a deficiência nutricional, a incidência de doenças podem ocasionar a queda prematura dos chumbinhos (MESQUITA, 2016).

Em seguida, ocorre a formação do endosperma ou semente, a princípio de aspecto leitoso. Nessa fase, o crescimento é interrompido por certo período, no qual ocorre o endurecimento do endosperma, etapa conhecida como granação (MESQUITA, 2016, p. 7).

De acordo com Mesquita:

Após a granação, a cor verde intenso do fruto passa para o verde-cana, evoluindo para o vermelho ou amarelo. Há um aumento da síntese de açúcares, com alterações nos ácidos e compostos fenólicos responsáveis pela adstringência do fruto verde. Os constituintes químicos atingem teores que conferem características peculiares de maturação completa, destacando-se a presença da mucilagem, que é um hidrogel solúvel e coloidal, parte integrante do fruto, composta de 85% de água e 15% de sólidos. (MESQUITA, 2016, p. 7)

Depois da maturação, inicia-se a senescência do fruto e a seca gradativa da mucilagem. Ocasão em que podem ocorrer infecções microbianas influenciadas principalmente pela umidade relativa do ar, tanto em frutos na planta, tanto naqueles já caídos, que constituem a parcela denominada varrição (MESQUITA, 2016).

Segundo o Senar:

O café é uma planta que apresenta diferentes estágios de maturação de frutos, em função de fatores, como a ocorrência de florações em datas distintas, o posicionamento da lavoura em relação ao sol e ao clima, entre outros. Em razão disso, no período de colheita, o cafeeiro possui frutos verdes, frutos maduros – também conhecidos como cerejas – e frutos secos – também conhecidos como boias. (SENAR, 2017, p. 11)

As condições de cultivo (arejamento, umidade relativa do ar, altitude), tratamentos fitossanitários da lavoura, a colheita e o preparo, atuam determinando o grau de atividade dos microrganismos sobre o fruto e, em consequência, a natureza das fermentações (MESQUITA, 2016, p. 7).

A melhoria da qualidade do café requer o foco em pontos críticos, dos quais se destacam alguns relacionados à colheita e preparo. São eles:

PVA - Pretos, verdes e ardidos: São os piores defeitos por afetarem o aspecto, a cor, o tipo e a bebida. A minimização da ocorrência de grãos pretos, verdes e ardidos deve ser uma das principais metas quando se objetiva a produção de bons cafés, sendo que as medidas a serem adotadas diminuirão também a ocorrência de outros defeitos. (MESQUITA, 2016, p. 8)

A uniformidade do lote obtido, a umidade final para armazenamento e beneficiamento, além da ausência de contaminações, são outros atributos obrigatórios aos cafés de qualidade.

Em seguida, tem-se a pré-colheita do café. Essa fase é de suma importância no gerenciamento da atividade cafeeira. De acordo com Mesquisa (2016) consiste em se fazer uma previsão da safra, levantamento de recursos materiais e financeiros; dimensionamento e revisão da infra-estrutura e maquinários para o processamento do café; levantamento da necessidade de mão-de-obra e o preparo da lavoura para a colheita.

Destaca Salvador:

A colheita do café é uma operação complexa, apresentando várias etapas, e que demanda 30% do custo de produção e 40% da mão-de-obra empregada. Essa elevada demanda de mão-de-obra, que se concentra em um período de 100

dias, tem sido limitante para a exploração da cultura. Acredita-se, assim, que para um futuro próximo haverá uma grande expansão da mecanização das operações de colheita, tratando-se de um processo fundamental e irreversível, que visa, sobretudo, à valorização do homem e à maximização dos resultados das safras. (SALVADOR, 2016, p. 3)

Em seguida, ocorre a etapa de arruação ou limpeza, de acordo com Mesquita (2016), essa etapa consiste em fazer, quando necessário, uma limpeza próxima ou sob a saia do cafeeiro com rastelo ou rodo de madeira, arruadores ou sopradores mecânicos. Evitar remover terra em excesso para não danificar as raízes do cafeeiro. Há casos em que são feitas aplicações de herbicidas na rebrota do mato após ter sido cortado com roçadora tratorizada ou manual.

Sobre a arruação, ensina Salvador (2016, p. 9): “É a operação de limpeza da área ao redor e sob o cafeeiro. Esta limpeza consiste em remover a terra solta, plantas daninhas e detritos, amontoando-se esse material nas entre-linhas. Essa operação deve ser feita antes que os frutos comecem a cair no chão”.

É importante salientar a necessidade que se tem em cuidar das instalações que servirão para o café. De acordo com Mesquita:

Tulhas, lavador-separador, terreiro e secador devem passar por uma rigorosa inspeção. Nas tulhas, não permitir a armazenagem de outro produto agrícola, bem como de insumos, pois o café absorve, com muita facilidade, odores estranhos. O terreiro, que ao longo do ano serviu para tantas outras finalidades, deve, nesta época, servir exclusivamente para secagem, pois o café pode facilmente ser contaminado. Deve ser bem varrido, lavado, desinfetado e inclusive cercado, se houver necessidade. Periodicamente, o terreiro deve passar por uma reforma para eliminar gretas e rachaduras, visando facilitar a operação de secagem e evitar a retenção de grãos que se deterioram ao permanecerem ali retidos, com riscos de contaminar o café. Uma alternativa para restauração é a mistura de cal de reboco, areia fina e cimento, na proporção de 1:3:1. (MESQUITA, 2016, p. 10)

Outro ponto que merece destaque é a importância da determinação do ponto da colheita, que consiste na avaliação do grau de maturação do café em cada gleba ou talhão, devendo ser feita próximo à colheita. Tem como finalidade orientar na tomada de decisão de iniciar ou não a colheita, como também definir com melhor precisão e clareza por qual talhão ou gleba deverá iniciar-se a colheita (MESQUITA, 2016).

Segundo o Senar (2017), atualmente, no Brasil, a maioria dos produtores realiza a colheita plena do café, que é a derriça total dos frutos da lavoura, colhendo todos os grãos em diferentes estágios de maturação, de uma única vez e encaminhando-os para a

estrutura de pós-colheita. Existem máquinas que fazem a separação desses grãos depois de colhidos, visando à melhoria da qualidade do produto.

Quando optar pelo sistema de colheita plena, ela deve ser iniciada quando as plantas de café estiverem com o menor número possível de grãos verdes. Levando-se em consideração a existência de diferentes métodos de pós-colheita, a porcentagem ideal desses frutos não deve ultrapassar 30% do total (SENAR, 2017).

Ao iniciar-se a colheita do café, todos os cuidados devem ser tomados, a fim de preservar a qualidade dos frutos. Uma forma de colheita largamente utilizada no Brasil é a derriça total no pano (MESQUITA, 2016, p. 14).

Derriça é a operação de retirada do fruto da planta. A derriça pode ser feita no chão limpo ou sobre panos colocados sob o cafeeiro (SALVADOR, 2016).

A colheita manual, é o processo no qual a retirada dos frutos é feita de forma manual, tomando-se o cuidado para não quebrar ou danificar os ramos das plantas, o que pode prejudicar o desenvolvimento e a produção da safra seguinte (SENAR, 2017).

De acordo com Mesquita:

Devem-se evitar danos excessivos aos ramos e às folhas, não só para preservar a produção seguinte, como também para evitar ferimentos que constituirão uma porta de entrada para agentes patogênicos (fungos e bactérias). Outra forma de se colher o café manualmente é a colheita seletiva que é feita no pano somente dos frutos cereja. Os frutos verdes serão colhidos mais adiante quando estiverem maduros. Nesse caso, poderão ser necessárias duas a três colheitas por planta ou talhão devido à desuniformidade existente na maturação do café. Esta é influenciada por diversos fatores como clima, altitude, número de floradas, adensamento da lavoura, entre outros. Por ser uma operação que necessita de maior mão- -de-obra, é mais empregada por alguns cafeicultores com o objetivo de se obter um café superior, uma vez que cereja é a matéria prima adequada. (MESQUITA, 2016, p. 14)

Figura 01: Derriça manual sobre o pano.



Fonte: Portal cidade Guaxupé, 2019.

Além da colheita manual, o café pode ser colhido mecanicamente. Vai depender das condições do terreno em que a lavoura está instalada. Segundo Mesquita:

Juntamente com a expansão da cafeicultura e com a implantação de lavouras em regiões de topografia mais adequada à mecanização, desenvolveram-se máquinas e equipamentos, visando a derriça e recolhimento mecânico do café, com maior rendimento, menor custo e em menor tempo, contribuindo para preservar a qualidade do produto mediante a realização da colheita no momento mais adequado de maturação. O aperfeiçoamento das colhedoras automotrizes e tracionadas viabilizou a colheita mecânica em terrenos com declividade superior a 15%. Mais recentemente, a terceirização da colheita mecanizada está possibilitando a adoção desta prática também nas pequenas propriedades. As derriçadoras motorizadas manuais permitiram a mecanização parcial da colheita em áreas montanhosas. (MESQUITA, 2016, p. 15)

A colheita mecanizada de café no Brasil é uma realidade e é uma das principais soluções para aumentar a rentabilidade do produtor pois alia capacidade de colheita no momento certo e redução de custos (BIASOTTO, 2016).

Segundo Salvador:

Com a introdução da mecanização na colheita do café, aumentou a capacidade produtiva da mão-de-obra, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da produção, obtenção de um produto de melhor qualidade e para minimizar os problemas de escassez de mão-de-obra no período da colheita. O sistema de colheita mecanizada não dispensa totalmente o uso de serviço manual, pois a máquina pode não conseguir colher todos os frutos da planta. Os frutos que permanecem após a derriça mecânica são, posteriormente, retirados por meio de uma operação manual denominada "repasse". Nas pequenas propriedades, em plantios adensados e, principalmente, em áreas montanhosas, a operação de colheita só pode ser feita manualmente, nos últimos anos vêm sendo introduzidos equipamentos derriçadores. (SALVADOR, 2016, p. 4)

Todo o trabalho de condução e preparação da lavoura para a colheita mecanizada de café se faz importante pois, junto com fatores como a capacitação dos operadores, a manutenção adequada da colhedora e o planejamento adequado da logística de apoio, a colheita mecanizada atingirá seu principal objetivo que é contribuir com o aumento da rentabilidade do cafeicultor.

De acordo com Salvador:

Na colheita do café, as colhedoras, em determinadas condições de trabalho, chegam a fazer em 1 dia de serviço, o equivalente a 250 homens. A mecanização das operações agrícolas tem início com o preparo do solo, passando pelas operações de cultivo, semeadura, plantio, adubação e controle fitossanitários, alcançando finalmente as operações de colheita. Essa última se destaca por ser a mais complexa e a mais importante, do ponto de vista do cafeicultor, pois é por meio dela que ele tira sua produção do campo e obtém o retorno dos pesados investimentos feitos. (SALVADOR, 2016, p. 6)

As colhedoras de café podem ser tracionadas por tratores agrícolas ou automotrizes. Ambas realizam a colheita plena ou seletiva dos frutos, sem causar grandes danos à planta, sendo necessário o treinamento constante do operador da máquina para seu funcionamento correto, buscando-se maior eficiência para não danificar a lavoura de café (SENAR, 2017).

Um exemplo de colhedora de café mecanizada, pode ser observado abaixo:

Figura 02 – Colheita do café mecanizada.



Fonte: Biasotto, 2016.

A colheita mecânica pode ser seletiva, com a finalidade de colher apenas os frutos maduros, visando obter um produto mais uniforme e proporcionar melhor qualidade final, tanto no preparo por via seca quanto por via úmida (MESQUITA, 2016). Pode ser feita a colheita apenas da parte superior das plantas (ponteiros), com a retirada das varetas vibratórias inferiores da máquina ou com a regulagem da intensidade de vibração e velocidade de deslocamento (MESQUITA, 2016, p. 18).

Além das máquinas colhedoras, existem as derriçadoras, que efetuam a derriça do café de apenas um lado da planta. Segundo Mesquita:

Alguns modelos tratorizados já possuem mecanismos de recolhimento dos frutos. A derriça geralmente é realizada sobre panos previamente distribuídos sobre o chão, junto e abaixo da linha dos cafeeiros. Nas derriçadoras laterais o cilindro, gira lentamente, enquanto as varetas operam em movimentos vibratórios, derrubando os frutos através do impacto junto aos ramos. Estas derriçadoras possuem regulagem da inclinação lateral, com mecanismos de

colheita semelhantes às colhedoras, o que facilita seu trabalho em maiores declividades. O rendimento médio das derriçadoras laterais está em torno de 1.200 a 1.800 litros por hora de trabalho, considerando uma eficiência de derriça de 60 a 70%. (MESQUITA, 2016, p. 20)

Um exemplo de derriçadeira lateral, Figura 03:

Figura 03: Derriçadeira lateral.



Fonte: Autor, 2019.

Existem também, as derriçadoras motorizadas manuais (potáteis), as quais “facilitam o trabalho aumentando o rendimento dos trabalhadores” (SENAR, 2017, p. 39).

Seu desenvolvimento deve-se à necessidade de baixar os custos e de viabilizar a colheita mecânica em áreas montanhosas e em lavouras com espaçamentos entre ruas incompatíveis com a bitola das colhedoras automotrizes ou tratorizadas (MESQUITA, 2016, p. 20).

Segundo Mesquita:

As derriçadoras motorizadas manuais operam, em sua maioria, com um motor dois tempos, providas de haste e derriçador, apresentadas em vários modelos de ligação direta ou adaptadas à roçadeira comum. As derriçadoras têm sido aperfeiçoadas a cada dia, com modificações principalmente nas hastes de colheita, popularmente conhecidas como mãozinhas, com redução do seu peso,

mudanças no formato e introdução de materiais mais resistentes à quebra, proporcionando maior eficiência de colheita e diminuição do preço das máquinas. Persiste, no entanto, a limitação na derriça de frutos verdes, com maior eficiência para frutos maduros e secos, além de lançar ao longe alguns frutos de café, exigindo uma boa cobertura do solo com panos. (MESQUITA, 2016, p. 20)

Caso a colheita seja seletiva, na primeira passada a derriçadora deve ser manejada na parte de cima da planta, pois os frutos nesta região amadurecem antes. Numa segunda passada da derriçadora – alguns dias depois – deve-se focar na parte do meio para baixo das plantas (SENAR, 2017).

Para realizar a colheita semimecanizada, é necessário a utilização de EPIs, como boné árabe ou chapéu com abas largas, óculos de proteção, protetor auricular, calça e camisa de manga comprida, luvas, botas ou botinas e perneiras (SENAR, 2017).

Veja um exemplo de derriçadora motorizada manual:

Figura 04: Colheita com derriça portátil.



Fonte: Martins, 2012.

Em seguida, adentra-se na etapa da pós-colheita, onde ocorrerá o processamento dos frutos de café colhidos na lavoura. De acordo com o Senar (2017), a pós-colheita pode ser feita de diversas maneiras e requer muitos cuidados para evitar a perda de qualidade do café. Para definição do método de pós-colheita a ser utilizado, é necessário um estudo sobre o mercado consumidor, a disponibilidade de recursos financeiros, o retorno do investimento, o clima da região, os equipamentos e as tecnologias disponíveis, assim como a legislação ambiental.

O café colhido manualmente ou por meio de derrçadoras mecânicas deve passar, ainda no campo, por um processo de pré-limpeza visando a retirada de impurezas grosseiras, como folhas e gravetos (MESQUITA, 2016, p. 21). Deverão ser retirados os excessos de folhas, galhos, paus e outros materiais estranhos do meio dos grãos (SENAR, 2017).

Café colhido antes da pré-limpeza manual, pode ser visto na Figura 05:

Figura 05: Aspecto do café recém-colhido, observar a proporção de impurezas e a presença comum de ramos do cafeeiro colhido.



Fonte: O Autor, 2019.

A operação de recolhimento dos grãos de café que caem no solo é conhecida como varrição. Essas perdas podem ocorrer em função de diversos fatores, como: • Ocorrência de chuvas e ventos no período da colheita; • Queda natural dos frutos; • Pragas e doenças que atacam os frutos; • Diferença de maturação dos frutos no momento da colheita; e • Recolhimento ineficiente dos frutos na realização da colheita manual, semimecanizada e mecanizada (SENAR, 2017).

As formas de diminuir a quantidade de grãos de café de varrição são: • Fazer a colheita na época correta, preferencialmente de forma seletiva; • Utilizar o pano de colheita de forma adequada na colheita manual e semimecanizada; Realizar a manutenção adequada e regulagem das colhedoras na colheita mecanizada; • Fazer o

controle das pragas e das doenças; e • Fazer a nutrição adequada das plantas (SENAR, 2017).

Assim como a colheita, a varrição pode ser realizada de forma manual, semimecanizada ou mecanizada, de acordo com variáveis, como a escala, o nível tecnológico, a disponibilidade de recursos financeiros, de mão de obra, de equipamentos, entre outros (SENAR, 2017).

A chegada de ciscos, deve ser realizada logo após a varrição dos grãos de café, podendo ser de forma manual, utilizando-se rastelos ou enxadas, ou de forma mecanizada, por meio de equipamentos acoplados aos tratores como “chegador de ciscos” e “lâminas traseiras”, além dos próprios equipamentos utilizados na varrição.

A prática de varrição do café caído no chão possui como consequência a retirada de todo o material orgânico que se encontra embaixo das plantas, levando-o para o centro das ruas de café. Em função dos benefícios que esse material proporciona, como a retenção de umidade, o fornecimento de nutrientes e o estímulo à atividade biológica do solo, é necessário que se faça sua devolução ao pé das plantas. (SENAR, 2017)

Caso o cafeicultor tenha decidido pela derriça no pano, a segunda operação é a abanação. Durante essa fase, não se deve transportar o café com as impurezas grosseiras (folhas, paus e pedaços de ramos). Numa cafeicultura de pequeno ou médio porte, deve-se colher o café com cuidado para evitar danificar a planta. Uma planta de café bem enfolhada depois da colheita é sinal de que poderá produzir bem na próxima safra.

Abanação é o processo de pré-limpeza do café varrido ou derriçado, que se faz separando folhas, gravetos, torrões, pedras etc. Pode ser feito manualmente, com peneiras, com máquinas de acionamento manual ou elétrico ou, ainda, com máquinas acionadas pela tomada de força do trator (SILVA, 2018).

Abanação manual Figura 06:

Figura 06: Abano manual do café.



Fonte: Weber, 2018.

A finalidade da abanação é poder ensacar o café limpo e deixar os resíduos orgânicos na própria lavoura. Com a abanação, parte das impurezas leves e materiais finos são eliminados. Uma abanação bem feita elimina a maior parte dos problemas nas operações posteriores à colheita do café e dificulta o seu aquecimento antes de ser transportado (SILVA, 2018).

Durante todo o processo de colheita por derricha manual ou parcialmente mecanizada, a operação de abanação ou pré-limpeza é muito importante para obtenção de cafés de qualidade. É na pré-limpeza que são eliminadas as principais impurezas que acompanham o café logo após a colheita. Além de evitar contaminações por microrganismos e suas consequências, a eliminação das impurezas reduzirá os constantes transtornos nas operações de secagem, de armazenagem e de beneficiamento, em razão do gasto excessivo de energia e mão de obra e do desgaste desnecessário dos equipamentos envolvidos nessas operações (SILVA, 2018).

Se o café não foi submetido a uma pré-limpeza no campo, antes de ser levado ao separador hidráulico ou lavador, deve obrigatoriamente passar pelo separador de folhas e pelo sistema de peneiras, localizados a montante do lavador. O restante das impurezas é separado na bica apropriada e eliminado por meio de um dispositivo próprio de cada lavador (SILVA, 2018).

A abanação manual é uma operação de baixo rendimento, desgastante e insalubre no caso de o café ser derrichado sobre o solo ou quando é recolhido o café de

varrição. Outro inconveniente é que nem sempre existe a ventilação natural, que auxilia na eliminação de folhas, cascas, ramos e frutos chochos (SILVA, 2018).

Independentemente de ser executada por homem ou mulher, a abanação com peneiras tradicionais é trabalho penoso: além de requerer resistência física, necessita de muita habilidade para a sua execução (SILVA, 2018).

As máquinas utilizadas para separar as impurezas, ainda no campo, facilitam muito os trabalhos subsequentes à colheita. Uma pré-limpeza antes do sistema de lavagem pode resultar numa sensível redução no consumo de água pelos lavadores e no aumento da eficiência de separação dos lavadores ou separadores hidráulicos (SILVA, 2018).

Na colheita seletiva e, principalmente, na colheita a dedo, parte dos problemas pode ser eliminada. Nesses sistemas de colheita, o café está praticamente limpo ao chegar à unidade de preparo (SILVA, 2018).

Após a pré-limpeza o café colhido deve ser deixado à sombra, podendo ser acondicionado em sacos de ráfia ou *big-bag's* e transportado para o local de preparo e processamento, no máximo em 4 horas (MESQUITA, 2016, p. 21). Os grãos devem ser acondicionados em sacaria apropriada ou outro recipiente para que sejam transportados para os locais de pós-colheita (SENAR, 2017).

Depois de ensacados ou recolhidos em outro recipiente, os grãos devem ser levados para a estrutura de beneficiamento pós-colheita no menor tempo possível.

Depois da pré-limpeza, o café poderá ser separado por densidade com o uso do lavador. Devido à diferença de densidade entre os grãos verde, cereja e boia, estes são separados em duas partes: uma com os grãos verdes e cerejas, e a outra com os grãos boia.

Segundo Mesquita (2016) a separação é fundamental para a secagem do café em lotes distintos. Os frutos passas e secos podem estar com a qualidade comprometida por fermentações indesejáveis ainda na árvore. Esse lote de frutos bóias será seco e armazenado separado dos demais, devidamente identificado. A operação de lavagem e separação pode ser feita por equipamentos de diversos portes e tipos de acionamento, cada qual adequado a uma escala de produção, com adaptações simples que podem minimizar o consumo de água.

### **3 LOGÍSTICA**

#### **3.1 Transporte**

Transporte é uma das atividades logísticas mais importante pois absorve em média dois terços dos custos logísticos. Nenhuma empresa, mesmo as mais modernas, pode trabalhar sem uma forma de transporte, porque ela sempre terá produtos acabados e terá que levá-los até o consumidor final (CORREA, 2011).

Essa atividade é composta por vários modais disponíveis para movimentação de matéria-prima, materiais, produtos e serviços, são eles: rodoviário, ferroviário, hidroviário, dutoviário e o aeroviário. O transporte adiciona valor de "lugar" ao produto e tem sua importância reconhecida em um grande número de empresas, tanto de pequeno quanto de grande porte (CORREA, 2011).

De acordo com Correa (2011) considerada como a atividade principal da logística até certo tempo, a atividade de transporte ganhou uma nova dimensão em face do crescimento do mercado e a movimentação de outros tipos de mercadorias, apesar de ainda possuir uma participação elevada na formação de preços, pode-se afirmar que ainda se trata da atividade carro-chefe da logística, praticamente não se pratica logística sem considerar a variável transporte.

Na etapa de transporte, o produto deve manter o “nível” de armazenamento tão parecido quanto os dos silos para que não se tenham perdas durante o escoamento, como o atrito entre os grãos, por exemplo, causado pelo balanço dos caminhões ao se depararem com rodovias esburacadas.

#### **3.2 Armazenagem**

Armazenagem é o processo que envolve administração dos espaços necessários para manter os materiais estocados. Esta atividade envolve fatores como localização, arranjo físico, equipamentos de movimentação e grande necessidade de recursos financeiros e humanos (CORREA, 2011).

Armazenar corretamente o café é guardar o produto por determinado período, preservando suas características originais.

O armazenamento do café, em condições inadequadas, é considerado um dos principais fatores determinantes de perdas qualitativas e quantitativas no produto. De

acordo com Costa (2007), alguns cuidados de manejo devem ser observados em função de fenômenos como migração de umidade e condensação de vapor, infestação por insetos, além de outras ocorrências que podem favorecer a deterioração fúngica e contaminação por microtoxinas.

O café pode ser armazenado como café coco ou pergaminho, logo após a secagem e antes do beneficiamento, a granel ou em tulhas, e, como café beneficiado, normalmente acondicionado em sacos de juta, empilhados nos armazéns (COSTA, 2007).

O café produzido pode ser armazenado tanto na propriedade quanto em armazém especializado. Na propriedade deve ser armazenado preferencialmente café não beneficiado, por motivos de segurança e manutenção da qualidade, sendo que o café em coco tem a qualidade melhor preservada que o descascado (NOGUEIRA, 2016, p. 50).

Alguns cuidados são fundamentais para o armazenamento do café.

O armazenamento do café em tulhas, logo após a secagem, é necessário para oferecer um período de repouso aos grãos. As tulhas de armazenamento devem ser construídas nas proximidades do terreiro ou dos secadores e ligadas às instalações de beneficiamento (COSTA, 2007, p. 2)

Devem estar localizadas em local arejado, batido pelo sol e próximo do terreiro, secadores e máquina de beneficiar (NOGUEIRA, 2016, p. 50).

Podem ser feitas de madeira tratada, alvenaria ou com paredes metálicas. A madeira, no entanto, é mais adequada por ser um material mau condutor de calor, reduzindo as variações de temperatura e a possibilidade de condensação de água sobre a massa de grãos. Devem ser localizadas em áreas bem expostas ao sol, em terrenos secos ou bem drenados e distantes do chão. Os locais devem, preferencialmente, apresentar temperatura máxima de 20°C e umidade aproximada de 65% (COSTA, 2007).

Quando o material for alvenaria, recomenda-se a colocação de estrados no piso, no caso do armazenamento em sacaria, ou a sua impermeabilização com lona plástica, em caso de armazenamento a granel. Recomenda-se também o isolamento em relação ao ambiente externo através do revestimento interno das paredes com tábuas (NOGUEIRA, 2016, p. 50).

É necessário o cuidado e proteção dos lotes de café empilhado, através da utilização do pano de ráfia (semi-permeável) (NOGUEIRA, 2016).

É também necessário, a cada nova safra, limpar e desinfestar todo o interior da tulha. Para prevenir o ataque de fungos e pragas. Na tulha não devem permanecer outros

produtos armazenados, pois, o café absorve gostos e cheiros estranhos com muita facilidade. A tulha deve ser dotada de divisões para armazenar, separadamente, os diversos lotes produzidos (NOGUEIRA, 2016).

Para armazenar o café em sacaria com nível de qualidade satisfatório, alguns pontos relativos à construção dos armazéns devem ser criteriosamente observados. De acordo com Costa:

- A instalação de portas em números e locais tecnicamente escolhidos, de modo a facilitar as operações de carga e descarga;
  - A instalação de portas frontalmente ou alinhadas em paredes opostas;
  - Pé-direito com altura mínima de 5 m;
  - A construção de paredes lisas, evitando-se reentrâncias e terminando em "meia cana" junto ao piso e nunca em ângulo reto;
  - O fechamento lateral das paredes, junto ao piso e à cobertura, para evitar o acesso de roedores, pássaros e insetos no interior do armazém;
  - A colocação de aberturas laterais de ventilação, protegidas por estruturas de telas e com aberturas reguláveis;
  - A instalação de lanternins, tecnicamente dispostos para a boa circulação do ar natural;
  - A utilização de telhas transparentes para melhorar a iluminação natural (mínimo 8% da área coberta);
  - Piso impermeável, de concreto e que esteja no mínimo a 40 cm acima do solo;
  - A construção, em cada porta, de marquizes para carga e descarga do café em dias chuvosos;
  - Projeção da área do piso em função dos estrados e das ruas principais e secundárias;
  - A instalação de sistema de prevenção e combate a incêndios.
- (COSTA, 2007, p. 2)

Ainda, na construção de um armazém, devem ser levados em conta os fatores, a temperatura e umidade relativa do ar. No armazenamento, o café não deverá conter mais que 11 a 12% de umidade. O excesso de umidade nos grãos facilita o ataque de fungos e bactérias prejudiciais à qualidade do café, portanto não deve ser armazenado em locais onde a umidade relativa do ar seja elevada (COSTA, 2007).

Boa impermeabilização dos pisos evita a deterioração dos primeiros lastros, as sacas de café podem ser colocadas em estrados de madeira, ou serem protegidas por plásticos, para evitar o contato direto com o piso. A iluminação controlada, localizada de preferência nas ruas e nos corredores, a ventilação, a localização das portas e o sistema de cobertura são fatores importantes na conservação do café armazenado; a norma técnica brasileira recomenda que os armazéns sejam construídos com pé direito de seis metros (COSTA, 2007).

### 3.3 Beneficiamento

O beneficiamento é feito por meio de máquinas que retiram a casca e o pergaminho do grão de café que é o produto final desejado. Neste processo, é realizada também a retirada de pedras, paus e outras impurezas. Os grãos inteiros e quebrados, assim como os que não tiveram sua casca e/ou pergaminho corretamente retirados, passam por um novo processo de separação e posterior classificação (SENAR, 2017).

De acordo com Nogueira:

A umidade ideal para o benefício do café é de 10,5% a 11,5%. Abaixo de 10%, poderá ocorrer a quebra de grãos durante o beneficiamento. Acima de 12%, pode ocorrer também o branqueamento dos grãos, reduzindo o período de armazenamento e devem retornar ao terreiro ou secador, antes de serem beneficiados. A máquina de beneficiar o café deve ser regulada antes de ser usada, a fim de se evitar a quebra de grãos, a saída de grãos junto com a palha ou a saída de palha junto com os grãos. É importante o café descansar nas tulas antes do beneficiamento, após a seca para melhorar a uniformidade da secagem. (NOGUEIRA, 2016, p. 50)

O “Blend” de um café é a mistura de diferentes cultivares de café que irão resultar em diferentes sabores e aromas no produto final. O café também pode não ser um “Blend”, quando é formado por apenas uma cultivar, como é caso de alguns cafés que são 100% *Coffea arabica*. (DEGASPARE, 2013)

Em seguida vem a etapa de torra, que é o principal processo definidor da cor, sabor, aroma e acidez do café. Segundo Degaspere (2013), o processo pode levar cinco minutos utilizando uma temperatura de 190°C. Os níveis de torra são diferenciados pela cor e o aroma, sendo classificados em torra clara, média e escura.

A torra clara acentua acidez e aroma, com sabor suave. A média é o ponto de equilíbrio entre acidez, aroma e amargor. Por fim, a torra escura forma um café mais ácido, mais amargo e menos encorpado, chamado de café “forte” (DEGASPARE, 2013).

Após o processo de torra é importante fazer o resfriamento e deixar os grãos em repouso por 24h para que ocorra o resfriamento completo dos grãos. Em seguida inicia-se o processo de moagem.

Nesta etapa, explica Degaspere (2013) que o grão é triturado até a formação de um pó fino. Porém, o café em pó tem vida útil mais curta do que café na forma de grão, sendo assim, o café deve ser moído visando o armazenamento não prolongado.

O autor ressalta também que é preciso ressaltar que após a moagem ocorre a liberação de CO<sub>2</sub> do café, por isso é importante fazer novamente um repouso de 24h desse pó antes de embalar, para que não ocorra estufamento da embalagem. No caso de se desejar embalar o produto imediatamente, devem ser utilizadas embalagens alternativas que serão descritas a seguir.

Para a embalagem do produto moído, pode-se utilizar embalagens com presença de ar ou embalagens a vácuo. Segundo Degaspere (2013), na primeira delas o café fica protegido da umidade, mas permite a saída do aroma e possui vida útil mais curta devido à presença de oxigênio (ar); esta embalagem deve ser usada em cafés degaseificados (após a liberação de CO<sub>2</sub>) ou utilizar embalagens com válvulas para a retirada do gás, ou até mesmo usar absorvedores de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> dentro da embalagem.

No caso de embalagens a vácuo, o produto tem mais durabilidade por diminuir significativamente o ar de dentro da mesma, com menos de 4% de oxigênio. Neste caso a embalagem fica comprimida contra o produto, tomando um formato rígido. O material da embalagem a vácuo deve minimizar a perda de aroma e sabor, barrar a entrada de oxigênio e de vapor d'água, ser resistente à perfuração e superfície interna deve ser resistente à penetração de gorduras (DEGASPARE, 2013).

Também é importante que todas as etapas após a colheita sejam feitas da melhor maneira possível, para manter a qualidade dos frutos por um período mais longo, garantindo uma bebida de boa aceitabilidade pelo consumidor e conseqüentemente maior retorno financeiro ao produtor.

#### **4 ESTUDO DE CASO: MECANIZAÇÃO DO PROCESSO DE ABANAMENTO DO CAFÉ DE VARRIÇÃO**

O processamento do café envolve várias etapas, desde a chegada do produtor até seu beneficiamento.

Essas etapas constituem transporte e logística, podendo ser de carga ou descarga. Com auxílio de máquinas e equipamentos são realizadas essas operações, e em consequência ocorre um desperdício de café que fica no chão principalmente quando trabalhado de forma a granel ou em big bag. Ocorre também um acúmulo do produto em cantos ou superfícies das máquinas envolvidas no processo.

O galpão onde estão localizadas as máquinas de beneficiamento é local onde ocorre maior desperdício, devido o café ser trabalhado de forma granel, passando por várias máquinas e elevadores.

Os elevadores de canecas, muitas vezes dependem de ser instalados em níveis abaixo do solo, ou seja, são feitos porões para aumentar a altura do mesmo e também para ter queda suficiente até seu pé por decorrência das máquinas que estão a nível do chão.

Cada passagem de um tipo de café por essas máquinas é necessário efetuar uma limpeza geral para não haver mistura e posteriormente contaminação o que pode influenciar diretamente na bebida do mesmo. Então, a limpeza das máquinas, elevadores e porões é realizada com auxílio de fluxo de ar facilitando a operação e ganhando tempo.

Uma vez que isso ocorre, torna-se necessário recolher/varrer esse café do local. Porém, junto com esse café são recolhidos impurezas e poeira provenientes do chão e do próprio produto.

Veja abaixo, na Figura 07, um exemplo de café no chão sendo recolhido pelo processo de varrição:

Figura 07: Café no chão sendo recolhido pelo processo de varrição.



Fonte: O Autor, 2019.

As impurezas existentes e o alto índice de poeira acumulada podem prejudicar e dificultar o rebenefício deste produto, influenciando diretamente no funcionamento adequado do conjunto dos maquinários, sendo eles: elevadores, catador de pedras, mesas dessimétricas, classificador de peneiras, e selecionadora eletrônica. Além disso, é conveniente que os operadores trabalhem em um local limpo e salubre.

A partir dessas informações, surgiu a problemática desse estudo: Como garantir a higienização do café de varrição que posteriormente será beneficiado, utilizando uma máquina de pré-limpeza?

Diante do questionamento, foi realizada uma pesquisa de campo na Cooperativa de Cafeicultores situada na cidade de Varginha, Minas Gerais, para verificar o funcionamento e os benefícios de uma máquina otimizada que realiza a pré-limpeza de grãos de café recolhidos do chão do armazém e das demais áreas, onde há fluxo de empilhadeiras e caminhões.

Abaixo, a Figura 08, ilustra parte da máquina em questão.

Figura 08: Vista da parte lateral da pré-limpeza.



Fonte: O Autor, 2019.

Importante frisar que a utilização de uma máquina de pré-limpeza, permite que o trabalho realizado manualmente através de peneiramento seja substituído por um processo mecanizado que consiste na separação do café através de um conjunto de peneiras que trabalham em jogo, no qual a primeira consiste em furos com diâmetro de 8 milímetros onde o café e a poeira passam facilmente mas retém as impurezas maiores que saem na primeira bica. É possível visualizar na Figura 07, que quando efetuado a varrição do café, são recolhidos juntos todas as impurezas que estão no chão, incluindo pedras, copos descartáveis, fitas de amarração de *big bag* e sacaria, folhas de árvores e entre outras coisas.

A empresa conta com pontos de coleta seletiva, onde são separados os resíduos e descartados de maneira consciente, mas mesmo assim ainda são encontrados esses resíduos que na maioria das vezes são provenientes das próprias operações da empresa ou até mesmo da área externa, ou seja, fora da planta da empresa, que são arrastadas pela força dos ventos até as suas dependências.

Na Figura 09 é possível identificar os resíduos existentes no café separado pela pré-limpeza:

Figura 09: Resíduos existentes no café separado pela pré-limpeza.



Fonte: O Autor, 2019.

Em seguida, o café desce pela segunda peneira que também tem formato circular com diâmetro de 4 milímetros, seus furos permitem somente a passagem da poeira e resíduos menores que o grão de café. O produto peneirado proveniente dessa fase sai na segunda bica estando praticamente limpo.

Nesta bica foi instalado um suporte para acondicionar o big bag, onde o café limpo já cai diretamente dentro dele, poupando desta forma que o café seja ensacado a todo momento em sacos de juta com capacidade de 60 kg.

Quando enchido, o *big bag* é retirado com auxílio de uma empilhadeira e armazenado separadamente com identificação de café de varrição.

Abaixo, a Figura 10, ilustra o enchimento do *big bag* com café que está sendo peneirado, saindo praticamente limpo, livre de poeira e impurezas.

Figura 10: Café limpo saindo pela bica da pré - limpeza



Fonte: O Autor, 2019.

No terceiro estágio se encontra o fundo da máquina, que é constituído de uma chapa lisa sem furos, por ela desce somente a poeira e as impurezas menores resultante do peneiramento executado anteriormente, sendo separadas em outra bica e ensacadas posteriormente.

Como é possível observar na figura 10, os resíduos são acondicionados em sacos de juta e não em *big bag*, pois o volume comparado com café limpo é bem menor, sendo assim mais viável ensacar.

O pó proveniente deste processo não tem serventia alguma para a empresa, diante disso, é armazenado e vendido para fins de adubo orgânico, sendo usado principalmente na própria lavoura de café.

Veja a Figura 11:

Figura 11: Pó existente no café saindo pela bica de resíduo.



Fonte: O Autor, 2019.

A moega de alimentação apresenta-se com a parte inferior no formato trapezoidal formando um ângulo de  $60^\circ$  com a horizontal, a parte superior no formato quadrado, com capacidade total de 1200 kg.

Foi construída com uma válvula tipo gaveta de chapa com 3 mm de espessura, de acionamento manual, com a função de regular o fluxo de descarga do produto. Esta

moega uma vez abastecida com sua capacidade total permite ao operador trabalhar um período maior sem que haja a necessidade de abastecimento contínuo.

Na Figura 12 é possível verificar a parte traseira da máquina:

Figura 12: Vista da parte traseira da pré-limpeza.



Fonte: O Autor, 2019.

A Cooperativa em questão, forneceu alguns dados sobre a máquina. Para seu acionamento foi utilizado um motor de indução trifásico de 3 cv a 1.710 rpm. A relação de transmissão do motor ao eixo excêntrico é de 3,33. Este referido motor elétrico de 3 cv de potência transmite por um sistema de transmissão por polias e correia trapezoidal o movimento para o eixo árvore do excêntrico, que por sua vez é responsável pelo movimento da caixa de peneiras através da ligação do chavante até a mesma. Esse sistema conta com um eixo de diâmetro de 2 polegadas e duas buchas excêntricas que causam o desbalanceamento do eixo e conseqüentemente o movimento oscilatório. Além desse sistema são utilizados 4 molas de madeira que auxiliam no movimento caracterizando uma bica de jogo.

Abaixo a figura 13 ilustra este sistema.

Figura 13: Parte da máquina denominado eixo excêntrico.



Fonte: O Autor, 2019.

Durante a pesquisa de campo realizada, constatou-se que a referida máquina trabalha uma média de 6 horas por dia, tendo em vista que não são todos os dias que ela opera devido a demanda de serviços.

A máquina possui uma capacidade de limpeza média de 11 sacas de 60 kg por hora, podendo variar para mais quando é utilizado um café com menos poeira e impurezas, ou para menos quando o café está muito sujo, ou seja, com alto teor de poeira e impurezas.

Quando um café apresenta um aspecto de muita sujeira é interessante repassar o mesmo mais de uma vez na máquina para que atinja um nível satisfatório. Mas esse procedimento não é muito comum visto que a maioria dos cafés são limpos com apenas um repasse pela pré-limpeza.

Como observa-se na Figura 14, temos um café com um alto teor de poeira, podendo ser repassado pela máquina mais de uma vez para ser realizado uma limpeza ideal.

Figura 14: Café recolhido pelo processo de varrição sendo passado na pré-limpeza.



Fonte: O Autor, 2019.

A estrutura da máquina é construída de perfis de aço-carbono, tipo cantoneira e perfis tipo “U”. Foi feita uma estrutura para elevação em 500 milímetros da mesma com relação ao chão pois a altura original não estava atendendo a caída do café dentro do *big bag*.

A máquina conta com plataforma lateral para maior conforto do operador na monitoração do peneiramento, também possui plataforma com escada para acesso ao reservatório onde é realizado o abastecimento da mesma. Na parte traseira também conta com plataforma para acesso do operador à válvula de gaveta, pois é necessário controlar a vazão de café que será peneirado.

A máquina encontra-se em local fixo na área externa no galpão, abrigada em cobertura e de fácil acesso tanto para o operador quanto para movimentação de empilhadeiras. Veja a Figura 15:

Figura 15: Vista da parte frontal da pré-limpeza.



## 5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Antes da máquina de pré-limpeza o abanamento era realizado manualmente utilizando peneiras, com isso o número de colaboradores era muito maior, hoje em dia apenas uma pessoa consegue operar a máquina, necessitando apenas do auxílio de uma empilhadeira para abastecer a máquina e também para retirar o café peneirado quando o *big bag* encher.

Com relação ao estudo sobre máquinas para pré-limpeza de grãos, de um modo geral, o principio de limpeza se baseia para todos, o que difere essa máquina em estudo das outras existentes no mercado é que ela não utiliza fluxo de ar para auxílio na limpeza ela efetua apenas o abanamento do café. A máquina possui duas peneiras como já foi dito anteriormente que fazem a separação de impurezas maiores e menores que os grãos de café.

Este trabalho teve por objetivo identificar a viabilidade de uma máquina de pré-limpeza de café em grãos recolhido do chão pelo processo de varrição.

Os resultados obtidos podem concluir que há viabilidade na utilização dessa máquina, principalmente na redução do esforço do operador e pelo aumento na capacidade de pré-limpeza, o que implica uma redução significativa de tempo gasto na operação e, conseqüentemente, redução de custo.

## REFERÊNCIAS

BIASOTTO, Roberto. **Colheita Mecanizada de Café: maior rentabilidade para o cafeicultor**. 2016. Disponível em:< <https://robertobiasotto.wordpress.com/2016/09/20/colheita-mecanizada-de-cafe-maior-rentabilidade-para-o-cafeicultor/>>. Acesso em: 20 set. 2019.

CECAFE. **Exportação em 2018 atinge 35,2 milhões de sacas de café**. 2018. Disponível em:< <https://www.cecafe.com.br/publicacoes/cecafe-exportacao-em-2018-atinge-352-milhoes-de-sacas-de-cafe-20190115/>>. Acesso em: 15 set. 2019.

CONAB. **Safra de café em 2018 é recorde e supera 61 milhões de sacas**. 2018. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2626-producao-do-cafe-em-2018-e-recorde-e-supera-61-milhoes-de-sacas>>. Acesso em: 20 set. 2019.

CORREA, Elaine Maria. **Gestão de processos de estoque e armazenagem visando redução de custos**. 2011. Disponível em:< <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/502660.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2019.

COSTA, Rodrigo Correa da. **Armazenamento de café: Preservação da qualidade que vem do campo**. 2007. Disponível em:< <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/armazenamento-de-cafe-preservacao-da-qualidade-que-vem-do-campo-34893n.aspx>>. Acesso em: 25 out. 2019.

DEGASPARE, Larissa Miori. **Processamento e beneficiamento de café**. 2013. Disponível em:< <http://www.esalq.usp.br/cprural/boapratica/mostra/88/processamento-e-beneficiamento-de-cafe.html>>. Acesso em: 28 out. 2019.

MARTINS, Carla de Pádua. **Uso de máquina derriçadora na colheita de café atrai produtores**. 2012. Disponível em:< [http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post?post\\_pub\\_id=111974](http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post?post_pub_id=111974)>. Acesso em: 15 set. 2019.

MENEZES, Juliana Ribeiro Gonçalves Sotero de. **A logística na produção do café e dificuldades encontradas na exportação**. 2013. Disponível em:< [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_tn\\_stp\\_177\\_009\\_22146.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_177_009_22146.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2019.

MESQUITA, Carlos Magno de. *et al.* **Manual do café: colheita e preparo** (Coffea arábica L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016.

PORTAL CIDADE GUAXUPE. **Colheita de café impulsiona criação de emprego em Guaxupé pelo 2º mês seguido**. 2019. Disponível em:<  
<https://guaxupe.portaldacidade.com/index.php/noticias/economia/colheita-de-cafe-impulsiona-criacao-de-emprego-em-guaxupe-pelo-2o-mes-seguido-5003>>. Acesso em: 15 set. 2019.

NOGUEIRA, José Guilherme. **Estratégias para a cafeicultura no Brasil**. Atlas, 2015.

SALVADOR, Nilson. et.al. **Colheita do café mecanizada e semimecanizada**. UFLA, 2016.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Café: colheita e pós-colheita**. 1. ed. Brasília: SENAR, 2017.

SILVA, Juarez de Souza. **Infraestrutura para a produção de café**. 2018. Disponível em:<  
<https://irp-cdn.multiscreensite.com/8c1bcfbf/files/uploaded/Anbana%C3%A7%C3%A3o%20e%20abanadora%20manual.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2019.

SILVA, Júlio César Stelmo. **Desenvolvimento de uma máquina de limpeza de frutos de café derriçados**. UFV: Viçosa, 2015.

VALE, Ana Rute do. **A cafeicultura em Minas Gerais: estudo comparativo entre as regiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste**. 2014. Disponível em:<  
[www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/download](http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/download)>. Acesso em: 22 out. 2019.

WEBER, Jochen. **Reportagem sobre a produção de café no Brasil**. 2018. Disponível em:<  
[http://www.foto-grafo.de/Kaffee-Reportage/reportagem\\_cafe\\_2.html](http://www.foto-grafo.de/Kaffee-Reportage/reportagem_cafe_2.html)>. Acesso em: 20 set. 2019.

## ANEXOS

- Registro fotográfico realizado durante a pesquisa de campo.
- Todas as imagens apresentadas nestes anexos foram captadas pelo autor deste estudo e não devem ser utilizadas para outros fins sem autorização prévia do autor e/ou instituição.

Figura 16: Café no chão da área externa a ser recolhido pelo processo de varrição.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 17: Bica de resíduo com suporte para ensacar a poeira.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 18: Saída de café limpo da pré-limpeza.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 19: Café limpo proveniente da pré – limpeza.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 20: Café sujo recolhido pelo processo de varrição.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 21: Poeira proveniente do café separada pela pré-limpeza.



Fonte: O Autor, 2019.